

مقاله پژوهشی

مقایسه تمرینات ثبات کمری با و بدون مانور فروکشیدن شکمی بر فعالیت الکترومایوگرافی عضله مولتی فیدوس و پارامترهای تنفسی در بیماران با کمردرد مزمن

بهنام شریفی اردانی^۱، غلامعلی قاسمی^{۲*}، حمید عباسی^۳، حامد اسماعیلی^۲

^۱دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

^۲دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

^۳گروه علوم ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

*نویسنده مسئول: دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران. ایمیل: gh.ghasemi@spr.ui.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۹ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۱۷

چکیده

مقدمه: عملکرد عضلات تثبیت کننده ستون فقرات، به ویژه عضله مولتی فیدوس، نقش حیاتی در بروز و مدیریت کمردرد مزمن دارد. مانور فروکشیدن شکمی (ADIM, Abdominal drawing-in maneuver) یکی از تکنیک های مؤثر در فعال سازی عضلات مرکزی است. با این حال، ادغام این تکنیک با تمرینات رایج ثبات کمری کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. از سوی دیگر، به دلیل تفاوت در الگوهای تنفسی افراد مبتلا به کمردرد، احتمال اثرگذاری این تمرینات بر شاخص های اسپرومتری نیز وجود دارد.

اهداف: هدف مطالعه حاضر بررسی تفاوت اثر تمرینات ثبات کمری با و بدون مانور فروکشیدن شکمی بر بیشینه و میانگین فعالیت الکترومایوگرافی عضله مولتی فیدوس در حرکت اکستنشن هیپ و شاخص های اسپرومتری در افراد مبتلا به کمردرد مزمن بود.

مواد و روش ها: در این مطالعه، ۳۱ نفر (۱۶ مرد و ۱۵ زن) با کمردرد مزمن در دو گروه تمرینات ثبات کمری با و بدون مانور فروکشیدن شکمی به مدت ۸ هفته شرکت کردند. بیشینه و میانگین فعالیت الکترومایوگرافی عضله مولتی فیدوس راست و چپ حین حرکت اکستنشن پای غالب ثبت شد. همچنین پارامترهای ظرفیت حیاتی اجباری و ظرفیت حجم بازدمی در یک ثانیه با استفاده از اسپرومتری، پیش و پس از اجرای پروتکل تمرینی، اندازه گیری شدند.

نتایج: نتایج آزمون اندازه گیری مکرر نشان داد که در مقایسه درون گروهی، تمرینات ثبات کمری تأثیر معنی داری بر میانگین فعالیت الکترومایوگرافی عضلات مولتی فیدوس و متغیر تنفسی ظرفیت حجم بازدمی در یک ثانیه داشته است ($P \leq 0.05$). همچنین، مقایسه بین گروهی نشان داد که تمرینات ثبات کمری همراه با مانور شکمی به طور معنی دار اثر بیشتری بر میانگین فعالیت الکترومایوگرافی عضلات مولتی فیدوس دارد ($P \leq 0.05$).

نتیجه گیری: شواهد این پژوهش از به کارگیری مانور فروکشیدن شکمی در پروتکل های ثبات کمری به منظور توانبخشی افراد مبتلا به کمردرد مزمن و با هدف بازبانی عملکرد عضلات عمقی تنه و افزایش ثبات ستون فقرات پشتیبانی می کند.

کلمات کلیدی: کمردرد، مولتی فیدوس، اسپرومتری، الکترومایوگرافی، ثبات مرکزی، مانور فروکشیدن شکمی

۱. مقدمه

به عنوان پنجمین علت ناتوانی در جهان رسیده است. برآوردها نشان می دهد بروز، شیوع و بار ناتوانی ناشی از کمردرد تا سال ۲۰۵۰ حدود ۱/۴۵ برابر افزایش خواهد یافت (۲). افراد مبتلا به کمردرد مزمن نه تنها با درد و کاهش تحرک روبه رو هستند، بلکه اغلب دچار مشکلات روانی و محدودیت در مشارکت اجتماعی و شغلی نیز می شوند (۳). فراتر از این پیامدهای شناخته شده، پژوهش های اخیر نشان داده اند که افراد مبتلا به کمردرد مزمن الگوهای تنفسی متفاوتی از جمله کاهش ظرفیت های ریوی،

کمردرد مزمن (Chronic Low Back Pain) یکی از شایع ترین اختلالات اسکلتی-عضلانی است که به طور قابل توجهی عملکرد روزانه و کیفیت زندگی افراد را تحت تأثیر قرار می دهد. شیوع این نوع کمردرد در بین بزرگسالان به طور متوسط تا ۱۰/۵ درصد گزارش زده شده است (۱). دیگر شواهد اپیدمیولوژیک نشان می دهد بار کمردرد برحسب سال های تعدیل شده با ناتوانی (DALYs, Disability-Adjusted Life Years) طی دو دهه گذشته روند افزایشی داشته و در سال ۲۰۱۷ به حدود ۲/۶۰ درصد

افزایش تنفس سینه‌ای و کاهش عملکرد دیافراگم نیز از خود نشان می‌دهند (۴-۷). این یافته‌ها حاکی از آن است که کمردرد مزمن صرفاً یک اختلال موضعی عضلانی-اسکلتی نبوده، بلکه می‌تواند با تغییرات سیستماتیک در عملکرد عضلات مرکزی و مکانیک تنفس همراه باشد.

عضله مولتی‌فیدوس (Multifidus) به‌عنوان یک عضله عمقی پاراسپاینال، مسئول پایداری سگمنتال ستون فقرات کمری است. این عضله با ایجاد نیروهای موضعی و دقیق، کنترل حرکات بین‌مهره‌ای را بر عهده داشته و از بروز حرکات غیرکنترلی مهره‌ها جلوگیری می‌کند. در مقابل، سایر عضلات تنه عمدتاً در تولید گشتاورهای حرکتی بزرگ‌تر، مانند اکستنشن تنه و کنترل حرکات کلی ستون فقرات، مشارکت دارند و سهم کمتری در کنترل ظریف بین‌مهره‌ای ایفا می‌کنند (۸). بر همین اساس، عملکرد بهینه مولتی‌فیدوس برای حفظ ثبات مکانیکی ستون فقرات ضروری است. بنابراین عملکرد عضله مولتی‌فیدوس، نقش حیاتی در بروز و مدیریت کمردرد مزمن دارد. اختلال یا تاخیر در فعال‌سازی این عضله در افراد مبتلا به کمردرد مزمن به‌طور مکرر مشاهده شده است که منجر به کاهش حمایت ستون فقرات و افزایش خطر عود درد می‌شود (۹، ۱۰). همچنین نتایج تحقیقات نشان می‌دهد آتروفی عضله مولتی‌فیدوس با کمردرد مزمن در ارتباط است (۱۱). به‌علاوه، نتایج مطالعه اخیر نشان داده است که تمرینات ذهن‌آگاهی در ترکیب با تمرینات ثباتی، تأثیر مثبتی بر ضخامت عضله مولتی‌فیدوس در افراد مبتلا به کمردرد مزمن دارد و می‌تواند به بهبود عملکرد این عضله و کاهش ناتوانی مرتبط با درد کمک کند (۱۲).

از سوی دیگر یافته‌های اخیر نشان می‌دهد عضله مولتی‌فیدوس با مکانیک تنفسی نیز ارتباط عملکردی دارد (۱۳). مطالعات نشان داده‌اند که مولتی‌فیدوس همراه با سایر عضلات عمقی تنه، در هنگام تنفس (به‌ویژه در بازدم اجباری یا هنگام نیاز به پایداری تنه) فعال می‌شود (۱۴). در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن، تغییرات الگوی تنفسی و اختلال عملکرد دیافراگم می‌تواند با کاهش فعال‌سازی تثبیت‌کننده‌های مرکزی همراه باشد (۱۵-۱۷). این تعامل نشان می‌دهد که اختلال عملکرد تنفسی و عضلات مرکزی می‌توانند یکدیگر را تقویت کرده و به تداوم درد و ناپایداری کمک کنند. بنابراین توجه همزمان به پایداری تنه و مکانیک تنفس در بازتوانی کمردرد مزمن اهمیت زیادی دارد (۱۸). راهبردهای توانبخشی که به‌طور خاص بر بازبازی عملکرد عضلات مرکزی تمرکز دارند، برای مدیریت بلندمدت کمردرد غیر اختصاصی موثر هستند (۱۹، ۲۰). یکی از تکنیک‌های موثر برای بهبود عملکرد عضلات مرکزی، مانور فرو کشیدن شکمی (ADIM, Abdominal drawing-in maneuver) است که با هدف فعال‌سازی انتخابی عضلات مرکزی

به‌ویژه عرضی شکمی انجام می‌شود (۲۱، ۲۲). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که ADIM می‌تواند پیامدهای مثبتی بر کنترل حرکتی، ثبات کمری و برخی شاخص‌های عملکردی مرتبط با کمردرد مزمن داشته باشد (۲۳-۲۶). مطالعات اخیر، از جمله کارآزمایی بالینی سویلو و همکاران، نشان داده‌اند که ادغام ADIM با تمرینات اکستنشن کمری به‌طور قابل توجهی الگوی فعالیت عضلات اکستنسور ستون فقرات را تغییر می‌دهد که نشان‌دهنده درگیری مؤثرتر و هدفمندتر تثبیت‌کننده‌های ستون فقرات است (۹). همچنین چانگ و جونگ (۲۰۲۲) به بررسی تأثیر کنترل فشار داخل شکمی (IAP, Internal Abdominal Pressure) بر فعالیت عضلات مولتی‌فیدوس و سایر عضلات در حین انجام تمرین پل یک‌پا (One Leg Bridge Exercise) پرداختند، که نتایج نشان داد استفاده از تکنیک‌های کنترل فشار شکمی، از جمله فشردن (Bracing) و فرو کشیدن شکم (Hollowing)، به‌طور معنی‌داری میزان فعال‌سازی عضلات مولتی‌فیدوس، عضلات مایل داخلی و عضلات ارکتوراسپاین را افزایش می‌دهد. این یافته‌ها حاکی از آن است که تمرینات کنترل فشار داخل شکمی می‌توانند به بهبود ثبات و کنترل حرکتی در ناحیه کمر و لگن کمک کنند و فعال‌سازی سایر عضلات را نیز تسهیل نمایند (۲۷).

با این حال نتایج برخی از تحقیقات حاکی از عدم تأثیرگذاری مانور ADIM بر فعال‌سازی عضلات مولتی‌فیدوس است. به‌ویژه، در مطالعه یانگ و پارک، ضخامت عضلات مولتی‌فیدوس در حین انجام تمرینات سوپرمن درجه‌بندی شده (Graded Superman Exercises) با و بدون مانور ADIM مقایسه شد و مشخص گردید که در شرایطی که ADIM به‌کار گرفته شد، هیچ تفاوت معنی‌داری در ضخامت عضلات مولتی‌فیدوس مشاهده نشد (۲۸). این تناقض در نتایج، لزوم بررسی دقیق‌تر شرایط، نوع تمرین، شاخص‌های ارزیابی و پیامدهای عملکردی مرتبط با ADIM را برجسته می‌سازد.

با وجود شواهد موجود درباره نقش تمرینات ثبات مرکزی و مانور ADIM، اثر ادغام این مانور با یک برنامه منسجم از تمرینات رایج ثبات کمری، به‌ویژه از منظر پیامدهای بلندمدت، مکانیسم‌های عصبی-عضلانی و تعامل آن با پارامترهای تنفسی، هنوز به‌طور شفاف مشخص نشده است. به‌ویژه، اطلاعات محدودی در خصوص تأثیر همزمان این مداخلات بر فعالیت الکترومیوگرافی عضله مولتی‌فیدوس و شاخص‌های ظرفیت تنفسی در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیر اختصاصی وجود دارد.

۲. اهداف

از این‌رو، هدف از پژوهش حاضر مقایسه اثر تمرینات

ثبات کمربندی با و بدون مانور فروکشیدن شکمی بر فعالیت الکترومایوگرافی عضله مولتی فیدوس و پارامترهای ظرفیت تنفسی در افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی است.

۳. مواد و روش

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. نمونه‌ها شامل ۳۱ فرد (۱۵ زن و ۱۶ مرد) با کمردرد مزمن غیراختصاصی به صورت نمونه‌گیری در دسترس و هدفمند از میان افراد مبتلا به کمردرد مزمن که به مراکز درمانی مراجعه کرده بودند، انتخاب شدند. پس از غربالگری براساس معیارهای ورود و خروج، افراد واجد شرایط وارد مطالعه شدند. حجم نمونه با استفاده از تحلیل توان آماری در نرم‌افزار G*Power و با در نظر گرفتن سطح معنی‌داری ۰/۰۵، توان ۰/۸ و اندازه اثر ۰/۵۳ گزارش شده در مطالعات قبل (۲۹) تعیین شد؛ بر این اساس، حداقل ۱۴ نفر برای هر گروه مورد نیاز بود. با توجه به احتمال ریزش آزمودنی‌ها، تعداد نمونه به ۱۶ نفر در هر گروه افزایش یافت که در نهایت، با خروج یک نفر از مطالعه، ۳۱ آزمودنی پژوهش را به پایان رساندند. به منظور بررسی کفایت حجم نمونه پس از ریزش آزمودنی‌ها، توان آماری مطالعه مجدداً به صورت پس‌نگر (Posthoc power analysis) محاسبه شد که نشان داد توان آماری همچنان در سطح قابل قبول باقی مانده است. معیارهای ورود به مطالعه عبارت از مرد و زن، سنین بین ۲۰ تا ۴۵ سال با کمردرد حداقل به مدت ۳ ماه، اما بدون رادیکولوپاتی، بیماری خاص ستون فقرات یا درد ریشه عصب (۳۰) با نمرات مقیاس آنالوگ بصری (VAS) بین نمره ۳ تا ۷ و شاخص توده بدنی (BMI) در محدوده ۱۰٪ $\pm$ از استانداردهای بین‌المللی بود. معیارهای خروج از مطالعه نیز سابقه جراحی شکم یا ستون فقرات، آسیب حاد در ناحیه کمر در ۶ ماه اخیر، بیماری‌هایی که می‌توانند مانع مشارکت فعال در برنامه‌های تمرینی شوند (مانند اسپوندیلیت آنکیلوزان، آرتریت روماتوئید، شکستگی‌ها، تومورها، بیماری‌های سیستمیک، اختلالات شدید عصبی و روانی) و بارداری تعیین شد.

آزمودنی‌ها پس از احراز معیارهای ورود، با استفاده از روش تصادفی‌سازی بلوکی و به صورت لایه‌بندی شده براساس جنسیت، در دو گروه تمرینی ثبات مرکزی (LSE, Lumbar Stability Exercises) و گروه تمرینی ثبات مرکزی با مانور فروکشیدن شکمی (LSE with ADIM, Lumbar Stability Exercises with Abdominal Drawing- In Maneuver) قرار گرفتند. پنهان‌سازی تخصیص از طریق پاکت‌های مات، در بسته و شماره‌گذاری شده که توسط فردی مستقل تهیه

شده بود، انجام شد. این مطالعه با رعایت اصول کورسازی و به صورت تک‌کور انجام شد. به منظور کاهش سوگیری عملکرد، آزمودنی‌ها از تفاوت‌های موجود بین پروتکل‌های تمرینی دو گروه مداخله آگاه نبودند. با این حال، به دلیل ماهیت مداخله تمرینی و ضرورت آموزش مستقیم حرکات، کورسازی مری/مداخله‌گر امکان‌پذیر نبود. به منظور کنترل سوگیری ارزیابی، ارزیاب ثبت فعالیت الکترومایوگرافی عضله مولتی فیدوس و ارزیاب آزمون‌های اسپیرومتری از تخصیص گروهی آزمودنی‌ها بی‌اطلاع بودند. تمامی شرکت‌کنندگان پس از دریافت توضیحات کامل درباره اهداف پژوهش، روند اجرای پروتکل تمرینی و نحوه انجام آزمون‌ها، رضایت‌نامه آگاهانه کتبی برای شرکت در مطالعه را تکمیل نمودند.

۱.۳. فعالیت الکترومایوگرافی

سطح فعالیت عضلات مولتی فیدوس با دستگاه الکترومایوگرافی (EMG, Electromyography) ۸ کاناله از برند Noraxon از نوع بی‌سیم با قابلیت شتاب حرکت اندازه‌گیری شد. قبل از قرار دادن الکترودها، پوست در نقاط مشخصه آناتومیک تراشیده (در صورت نیاز) و با الکل تمیز شد. ثبت الکترومایوگرافی به صورت دوطرفه از عضلات مولتی فیدوس انجام گرفت. ثبت فعالیت الکترومایوگرافی سطحی (sEMG) عضله مولتی فیدوس مطابق با دستورالعمل‌های استاندارد SENIAM انجام شد (۳۱). الکترودهای دوقطبی در ناحیه سطحی عضله مولتی فیدوس، نزدیک به سطح مهره‌های L5/S1 که عضله در این بخش بیشترین دسترسی سطحی را دارد، قرار داده شدند. محل قرارگیری الکترودها به فاصله تقریبی ۲ سانتی‌متر در سمت لترال از زائده خاری مهره مربوطه و در راستای جهت الیاف عضلانی تعیین شد. فاصله بین لبه‌های الکترودها ۲ سانتی‌متر در نظر گرفته شد تا ثبت سیگنال به صورت بهینه و با حداقل تداخل انجام گیرد. همچنین به منظور جلوگیری از آرتیفکت حرکتی از چسب کاغذی روی سیم‌ها استفاده شد. الکترود مرجع نیز به دلیل استفاده از قابلیت شتاب سنجی و ثبت زمان شروع حرکت روی پای غالب قرار گرفت. حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی (MVIC, Maximum Voluntary Isometric Contraction) برای عضلات مولتی فیدوس با استفاده از اکستنشن تنه در حالت دمر انجام شد و مقاومت اضافی در ناحیه فوقانی قفسه سینه اعمال شد. بیشترین میزان نیرویی که می‌توانست به صورت دستی وارد و به مدت ۵ ثانیه ثابت نگه داشته باشد ثبت شد. فرآیند ثبت حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی برای ۳ بار تکرار شد.

قبل از آزمون، به همه افراد در مورد آزمون اکستنشن هیپ (Hip extension test) فعال آموزش داده شد و یک دوره آشنایی کافی برای تمرین قبل از تحقیق داده شد. تمام مراحل

که در آن مقدار RMS سیگنال EMG حداقل به مدت ۵۰ میلی ثانیه از میانگین فعالیت پایه به علاوه سه انحراف معیار فراتر رفت. پایان فعالیت عضله نیز زمانی در نظر گرفته شد که مقدار RMS مجدداً به زیر همین آستانه بازگشت. به منظور محاسبه بیشینه انقباض ارادی ایزومتریک (MVIC)، از هر آزمون MVIC با مدت ۵ ثانیه، بیشترین مقدار RMS استخراج شد و سپس میانگین این مقادیر در تکرارهای انجام شده به عنوان مقدار مرجع MVIC برای هر عضله در نظر گرفته شد. در ادامه، حداکثر فعالیت الکترومایوگرافی و میانگین سطح فعالیت عضله در بازه زمانی بین شروع و پایان حرکت هیپ اکستنشن محاسبه گردید. تمامی مقادیر به صورت درصدی از MVIC نرمال سازی شده و برای تحلیل های آماری مورد استفاده قرار گرفتند.

۲.۳. ظرفیت های ریوی

اسپیرومتری یا دم سنجی، یکی از تست های متداول عملکرد ریه است. این روش تغییر حجم و جریان هوای دستگاه تنفسی را اندازه گیری می کند. در این مطالعه به منظور سنجش ظرفیت ریوی از دو فاکتور ظرفیت حیاتی اجباری و ظرفیت حجم بازدمی در یک ثانیه با استفاده از دستگاه اسپرومتری مدل SP-5000 شرکت FUDUKA ساخت کشور ژاپن استفاده شد.

ظرفیت حیاتی اجباری (FVC, Forced Vital Capacity) حجم هوایی است که یک فرد بزرگسال و سالم پس از یک دم عمیق، در یک بازدم عمیق به صورت پرفشار از ریه خارج می کند یا حجم هوایی که پس از یک بازدم عمیق در یک دم عمیق وارد ریه ها می شود. ظرفیت حجم بازدمی در یک ثانیه (FEV1, Forced expiratory volume in one second) کسری از ظرفیت حیاتی اجباری است که در ثانیه اول یک بازدم شدید از ریه ها خارج می شود. مقدار آن ۷۵ الی ۸۰ درصد ظرفیت حیاتی اجباری در فرد طبیعی است.

به منظور اندازه گیری این متغیرها آزمودنی در حالت استراحت روی یک صندلی می نشست، گیره ای مسدود کننده ای روی بینی او قرار می داد و دم عمیقی را تا پر شدن کامل ریه ها انجام می داد سپس ماسک تنفسی متصل به دستگاه را روی دهان قرار می داد و به صورت پرفشار عمل بازدم را تا خالی شدن کامل حجم هوای داخل ریه انجام می داد (۱۶). این تست سه بار تکرار و داده های مربوط به FVC و FEV1 (به صورت درصد نسبت به FVC) ثبت و میانگین آن محاسبه و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

۳.۳. پروتکل های تمرینی

پروتکل های تمرینی در دو گروه تمرینات ثبات کمری با و بدون مانور فروکشیدن شکمی انجام شد، تمرینات هر دو گروه همراه با گرم کردن و سرد کردن یکسان با نظارت کامل انجام

اندازه گیری EMG عضلات مولتی فیدوس به صورت دوطرفه در سمت موافق و مخالف حرکت اکستنشن هیپ با قرار دادن افراد در حالت دمر روی یک تخت با تشک سفت انجام شد. از افراد خواسته شد که به صورت دمر با بازوهای خود در کنار بدن و با وضعیت خنثی لگن و مفصل ران دراز بکشند. ما زاویه هدف را روی ۱۰ درجه تنظیم کردیم تا میزان اکستنشن مفصل ران را کنترل کنیم. از یک گونیامتر برای تعیین زمانی که پا در حالت ۱۰ درجه اکستنشن است استفاده شد و یک میله قابل تنظیم در این سطح قرار داده شد و باز خورد ارائه شد. به شرکت کننده دستور داده شد که پای سمت غالب خود را از حالت خنثی تا حدود ۱۰ درجه باز کند در حالی که زانو را صاف نگه می دارد (۲۲، ۲۳). هنگامی که مفصل ران در حالت ۱۰ درجه اکستنشن قرار گرفت، از شرکت کننده خواسته شد که این وضعیت را به مدت ۵ ثانیه نگه دارد (تصویر ۱). موقعیت لگن و اندام در طول انجام آزمایش اکستنشن هیپ به صورت بصری تحت نظارت قرار گرفت تا اطمینان حاصل شود که فرد در وضعیت خنثی لگن، اکستنشن مفصل ران و زانو قرار دارد. در صورت مشاهده حرکت چرخش جانبی لگن، داده ها حذف شدند. بین هر آزمایش یک دقیقه استراحت در نظر گرفته شد. در هر مرحله آزمون حرکت هیپ اکستنشن پای غالب ۳ مرتبه تکرار شد.



تصویر ۱. آزمون اکستنشن هیپ

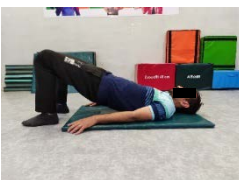
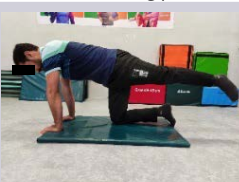
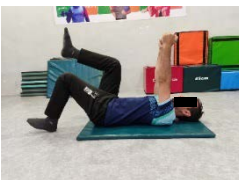
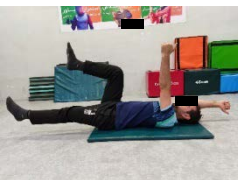
سیگنال های الکترومایوگرافی سطحی با استفاده از نرم افزار MATLAB نسخه ۲۰۲۱ پردازش شدند. در مرحله پیش پردازش، سیگنال خام EMG با استفاده از فیلتر میان گذر Butterworth مرتبه چهارم در بازه فرکانسی ۱۰ تا ۵۰۰ هرتز فیلتر شد تا مؤلفه های فرکانسی نامطلوب حذف گردند. سپس سیگنال فیلتر شده به طور کامل یکسو (full-wave rectification) شد. به منظور هموار سازی سیگنال، دامنه سیگنال یکسو شده با استفاده از میانگین مربعات ریشه (RMS) و با پنجره لغزان ۵۰ میلی ثانیه ای محاسبه گردید.

شروع فعالیت عضله به عنوان اولین نقطه ای تعریف شد

تمرینات اصلی شامل گربه گاوی (Cat Cow)، پل (Bridge)، سگ پرنده (Bird Dog)، حشره مرده (Dead bug)، لمس شانه زانو زده (Kneeling Shoulder Taps) و پلانک از پهلو (Side Plank) در سه سطح تمرینی (تصویر ۲) به گونه‌ای طراحی شد که اضافه بار تمرینی نیز با تغییر نوع حرکت اعمال شود.

شد. برنامه تمرینی مورد استفاده در این مطالعه به مدت ۸ هفته و با فرکانس ۵ جلسه در هفته اجرا شد. انتخاب این دوره زمانی و تعداد جلسات براساس مطالعات پیشین در زمینه تمرینات ثبات مرکزی در بیماران با کمردرد مزمن بود (۳۴).

۴.۳. پروتکل تمرینی ثبات کمری

تمرین	هفته اول و دوم	هفته سوم تا پنجم	هفته ششم تا هشتم	تکرار و نوبت
گربه گاوی				۱۰-۱۵ تکرار * ۳ نوبت
پل				۱۰-۱۵ تکرار * ۳ نوبت
پرنده سگ				۱۰-۱۵ تکرار * ۳ نوبت
حشره مرده				۱۰-۱۵ تکرار * ۳ نوبت
لمس شانه				۱۰-۱۵ تکرار * ۳ نوبت
پلانک از پهلو				۱۰-۱۵ ثانیه * ۳ نوبت

تصویر ۲. پروتکل تمرینی ثبات کمری

۵.۳. پروتکل تمرینی ثبات کمری با مانور فروکشیدن شکمی:

گروه تمرینی با مانور فروکشیدن شکمی هر کدام از تمرینات فوق را با حفظ این مانور انجام دادند که به این منظور قبل از ورود به پروتکل تمرینی آزمودنی‌ها نحوه انجام مانور فروکشیدن شکمی را با استفاده از بیوفیدبک در یک جلسه آموزش دیدند. بدین صورت که فرد در ابتدا در حالت خوابیده به شکم قرار می‌گرفت و دستگاه در زیر شکم در حد فاصل ASIS چپ و راست قرار می‌گیرد و روی ۷۰ میلی‌متر جیوه تنظیم می‌شود. به فرد آموزش داده شد با به داخل و بالا کشیدن شکم فشار را تا ۱۰ میلی‌متر جیوه کاهش دهد تا به ۶۰ میلی‌متر جیوه برسد. پس از اطمینان از توانایی کامل در ایجاد مانور فروکشیدن شکمی آزمودنی به پروتکل تمرینی وارد شد و تمرینات ثبات کمری را با حفظ مانور فروکشیدن شکمی انجام می‌داد.

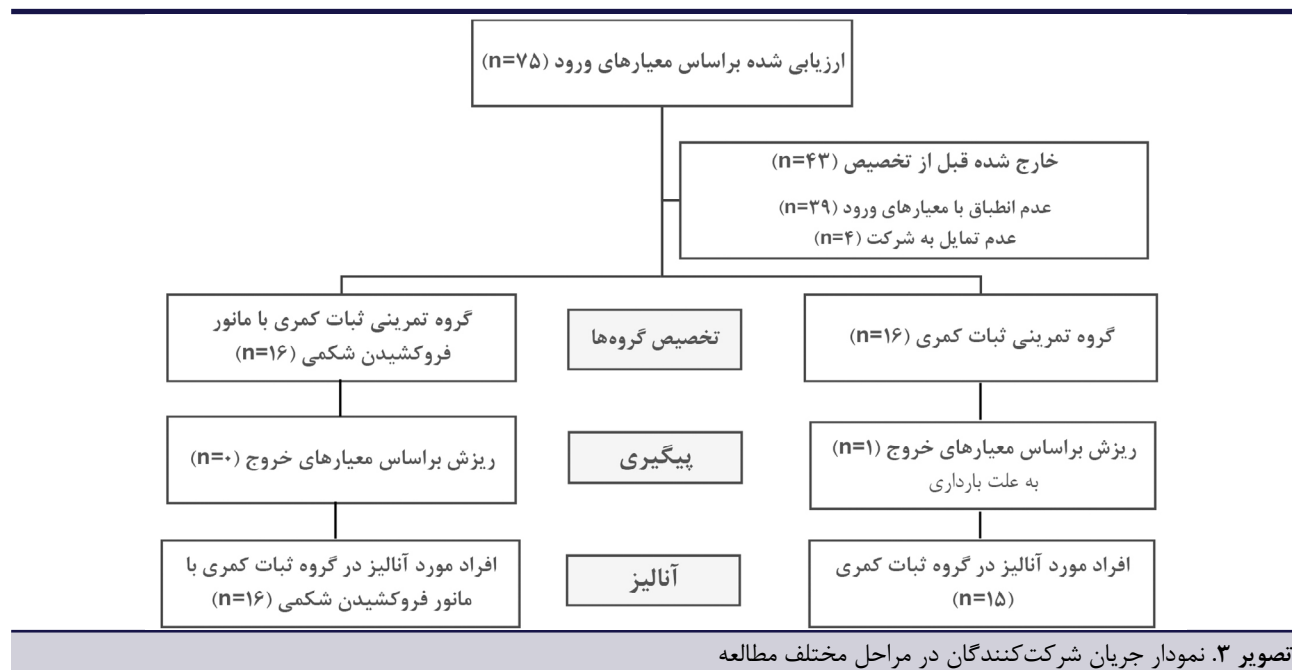
۶.۳. روش آماری

به‌منظور تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر ۲×۲ استفاده شد که شامل یک عامل درون‌گروهی (زمان با دو سطح پیش‌آزمون و پس‌آزمون) و یک عامل بین‌گروهی (گروه با دو سطح تمرین با مانور شکمی و بدون مانور شکمی) بود. پیش‌فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون شاپیرو-ویلک و همگنی واریانس‌ها با آزمون لون بررسی شد. کلیه تحلیل‌ها با SPSS نسخه ۲۶ انجام شد.

سطح معنی‌داری کلی ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. با توجه به وجود چندین متغیر وابسته و برای کنترل افزایش خطای نوع اول ناشی از مقایسه‌های متعدد، اصلاح بونفرونی مبتنی بر خانواده متغیرها (Family-wise) اعمال گردید. بدین‌منظور متغیرها براساس ماهیت فیزیولوژیک به دو خانواده متغیرهای الکترومایوگرافی (۴ متغیر) با سطح معنی‌داری ۰/۰۱۲۵ و شاخص‌های اسپیرومتري (۲ متغیر) با سطح معنی‌داری ۰/۰۲۵ تقسیم شدند. از آنجا که سؤال اصلی پژوهش بررسی اثر تعاملی زمان×گروه بود، اصلاح مذکور برای این اثر اعمال شد. در صورت معنی‌داری اثر تعاملی، از تحلیل اثرات ساده (Simple Effects Analysis) با اصلاح بونفرونی برای مقایسه‌های زوجی استفاده گردید. همچنین اندازه اثر به‌صورت مجذور اتای جزئی (η^2) گزارش شد.

۴. نتایج

در مطالعه حاضر در مجموع ۷۵ نفر از نظر معیارهای ورود ارزیابی شدند که از این میان ۴۳ نفر حذف گردیدند (۳۹ نفر واجد شرایط نبودند و ۴ نفر تمایلی به شرکت نداشتند). ۳۲ شرکت‌کننده باقی‌مانده به‌طور تصادفی در دو گروه تمرین ثبات کمری با مانور فروکشیدن شکمی (۱۶ نفر) و گروه ثبات کمری (۱۶ نفر) قرار گرفتند. در طول دوره مداخله، یک نفر از گروه ثبات کمری به دلیل بارداری از ادامه همکاری بازماند. در نهایت، ۱۶ نفر در گروه مداخله و ۱۵ نفر در گروه کنترل مطالعه را به پایان رسانده و وارد مرحله تحلیل آماری شدند. نمودار جریان شرکت‌کنندگان در مراحل مختلف پژوهش در تصویر ۳ ارائه شده است.



مشخصات فردی نمونه‌های پژوهش به تفکیک گروه‌های تمرینی در **جدول ۱** ارائه شده است.

جدول ۱. مشخصات فردی آزمودنی‌ها و بررسی تفاوت بین گروهی

متغیرها	گروه LSE		گروه LSE with ADIM		معنی‌داری
	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد	
سن (سال)	۲۹/۴	۶/۳۸	۲۹/۵	۶/۸۲	۰/۴۴
قد (سانتی‌متر)	۱۷۰/۳	۰/۰۷۳	۱۶۹/۲	۰/۰۷۵	۰/۷۱
وزن (کیلوگرم)	۶۹/۸	۱۲/۵۶	۷۰/۵	۱۲/۹۰	۰/۸۴
BMI	۲۴	۳/۴۵	۲۴/۴	۲/۹۱	۰/۴۵

جدول ۲ مقادیر میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای مطالعه را در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون دو گروه تمرینی نشان می‌دهد که متغیرهای مورد بررسی شامل بیشینه و میانگین فعالیت الکترومایوگرافی عضلات مولتی‌فیدوس سمت

موافق و مخالف در آزمون اکستنشن هیپ و پارامترهای تنفسی ظرفیت حیاتی اجباری و ظرفیت حجم بازدمی در ۱ ثانیه که به‌صورت درصد نسبت به ظرفیت حیاتی اجباری بیان شده است را نشان می‌دهد.

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای پژوهش در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون دو گروه تمرینی^{الف}

گروه‌های تمرینی	مرحله آزمون			
	LSE		LSE With ADIM	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
بیشینه فعالیت الکترومایوگرافی مولتی‌فیدوس مخالف (MVIC%)	۵۵/۵۶ ± ۱۴/۷۸	۵۶/۳۳ ± ۹/۲۷	۵۶/۰۹ ± ۱۶/۶۰	۶۳/۵۹ ± ۱۶/۵۸
بیشینه فعالیت الکترومایوگرافی مولتی‌فیدوس موافق (MVIC%)	۶۰/۱۶ ± ۱۳/۵۳	۶۴/۱۴ ± ۱۱/۲۳	۵۹/۶۷ ± ۱۳/۳۵	۶۶/۹۴ ± ۱۴/۳۱
میانگین فعالیت الکترومایوگرافی مولتی‌فیدوس مخالف (MVIC%)	۲۵/۶۵ ± ۷/۹۹	۲۷/۱۹ ± ۷/۶۵	۲۷/۲۸ ± ۶/۵۸	۳۶/۸۹ ± ۱۲/۸۵
میانگین فعالیت الکترومایوگرافی مولتی‌فیدوس موافق (MVIC%)	۳۱/۳۷ ± ۶/۸۲	۳۱/۹۴ ± ۵/۳۶	۲۹/۹۰ ± ۵/۸۳	۴۱/۰۰ ± ۹/۱۸
ظرفیت حیاتی اجباری (L)	۳/۵۵ ± ۰/۷۵	۳/۵۸ ± ۰/۷۷	۳/۷۷ ± ۰/۶۲	۳/۸۹ ± ۰/۷۳
ظرفیت حجم بازدمی در یک ثانیه (%FVC)	۸۳/۰۹ ± ۴/۸۳	۸۴/۴۷ ± ۶/۶۸	۸۳/۷۲ ± ۴/۷۲	۸۵/۷۴ ± ۴/۸۳

^{الف} مقادیر به صورت میانگین ± انحراف استاندارد نشان داده شده اند.

پیش از انجام تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر، مفروضات آماری مورد بررسی قرار گرفت. نرمال بودن متغیرهای وابسته با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک ارزیابی شد که نتایج نشان داد توزیع داده‌ها تفاوت معنی‌داری با توزیع نرمال ندارد ($P > ۰/۰۵$) همگنی واریانس‌ها بین گروه‌ها با آزمون لون بررسی گردید و عدم وجود ناهمگنی معنی‌دار تأیید شد ($P > ۰/۰۵$). همچنین برای بررسی همگنی اولیه گروه‌ها، مقایسه بین گروهی متغیرها در مرحله پیش‌آزمون با استفاده از آزمون t مستقل انجام شد که نشان داد هیچ‌یک از متغیرها تفاوت معنی‌داری بین دو گروه LSE و ADIM با $P > ۰/۰۵$ نداشت. پیش‌فرض کرویت برای عامل درون گروهی بررسی و رعایت شد. از آنجا که عامل تنها دو سطح اندازه‌گیری داشت، کرویت به‌طور ذاتی برقرار بود. نتایج بررسی این مفروضات، استفاده از تحلیل واریانس پارامتریک با اندازه‌گیری مکرر را برای تحلیل‌های بعدی تأیید کرد.

مطابق با **جدول ۳** نتایج آزمون آنووا با اندازه‌گیری مکرر

نشان داد که اثر اصلی زمان بر بیشینه فعالیت الکترومایوگرافی عضلات مولتی‌فیدوس در تحلیل درون گروهی معنی‌دار نبود ($P > ۰/۰۵$). اندازه اثر مربوط به این عامل در سطح چندمتغیری برابر با $\eta^2 = ۰/۱۱$ بود که بیانگر اندازه اثر متوسط است. در تحلیل جداگانه عضلات، اندازه اثر برای مولتی‌فیدوس سمت موافق نیز در حد متوسط ($\eta^2 = ۰/۱۱$) و برای مولتی‌فیدوس سمت مخالف کوچک گزارش شد ($\eta^2 = ۰/۰۴$).

همچنین، در مقایسه بین گروهی، تفاوت معنی‌داری بین دو پروتکل تمرینی با و بدون مانور فروکشیدن شکمی در بیشینه فعالیت عضلات مولتی‌فیدوس مشاهده نشد ($P > ۰/۰۵$). بررسی جداگانه عضلات مولتی‌فیدوس سمت موافق و مخالف نیز نشان داد که علی‌رغم افزایش میزان بیشینه فعالیت از پیش‌آزمون به پس‌آزمون در هر دو گروه، تفاوت بین گروه‌ها معنی‌دار نبود ($P > ۰/۰۵$). علاوه بر این، اثر تعاملی گروه $\times$ زمان بر بیشینه فعالیت عضلات مولتی‌فیدوس معنی‌دار گزارش نشد ($P > ۰/۰۵$).

جدول ۳. مقایسه درون گروهی، بین گروهی و اثر تعاملی بیشینه فعالیت عضلات مولتی فیدوس

آزمون آنووا اندازه گیری مکرر	df	F	P-Value	اندازه اثر (η^2)
درون گروهی (زمان)				
چندمتغیری	۲	۱/۸۴	۰/۱۷	۰/۱۱
مولتی فیدوس موافق	۱	۳/۷۷	۰/۰۶	۰/۱۱
مولتی فیدوس مخالف	۱	۱/۴۱	۰/۲۴	۰/۰۴
بین گروهی (گروه)				
چندمتغیری	۲	۰/۵۳	۰/۵۹	۰/۰۳
مولتی فیدوس موافق	۱	۰/۰۹	۰/۷۶	۰/۰۱
مولتی فیدوس مخالف	۱	۰/۹۶	۰/۳۳	۰/۰۳
اثر تعاملی (گروه × زمان)				
چندمتغیری	۲	۰/۴۵	۰/۶۴	۰/۰۳
مولتی فیدوس موافق	۱	۰/۳۲	۰/۳۴	۰/۰۳
مولتی فیدوس مخالف	۱	۰/۹۴	۰/۵۷	۰/۰۱

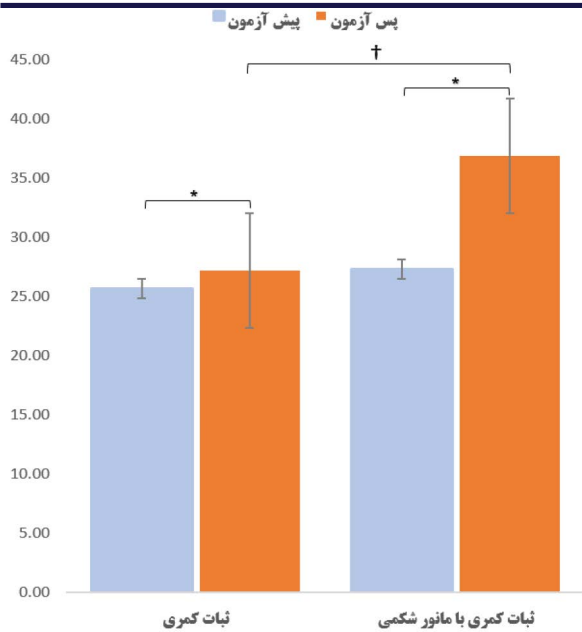
میانگین فعالیت الکترومایوگرافی عضلات مولتی فیدوس به عنوان متغیر دیگر مورد بررسی، با استفاده از آزمون آنووا با اندازه گیری مکرر تحلیل شد. نتایج نشان داد که اثر اصلی زمان در مقایسه درون گروهی و اثر اصلی گروه در مقایسه بین گروهی برای میانگین فعالیت عضلات مولتی فیدوس معنی دار است ($P < ۰/۰۵$)، در هر دو مورد، اندازه اثر گزارش شده در سطح بزرگ بود (به ترتیب $\eta^2 = ۰/۲۶$ و $\eta^2 = ۰/۱۹$) که نشان دهنده سهم بالای زمان و نوع مداخله در تغییرات میانگین فعالیت این عضله است. همچنین، اثر تعاملی گروه × زمان نیز در مولتی فیدوس موافق

در بررسی سطح معنی داری اصلاح شده بونفرونی ($\alpha = ۰/۰۱۲$)، مقدار به دست آمده ($P = ۰/۰۰۹$) همچنان نشان دهنده تفاوت معنی دار در روند تغییرات دو گروه از پیش آزمون به پس آزمون است که با توجه به اندازه اثر بزرگ آن ($\eta^2 = ۰/۲۱$)، بیانگر تفاوت بارز در الگوی تغییرات بین دو پروتکل تمرینی است. در مقابل، اثر تعاملی گروه × زمان در مولتی فیدوس مخالف معنی دار نبود؛ با این حال، اندازه اثر به دست آمده ($\eta^2 = ۰/۱۰$) می تواند حاکی از وجود تفاوتی با شدت متوسط، علی رغم عدم دستیابی به معنی داری آماری باشد (جدول ۴).

جدول ۴. مقایسه درون گروهی، بین گروهی و اثر تعاملی میانگین فعالیت عضلات مولتی فیدوس

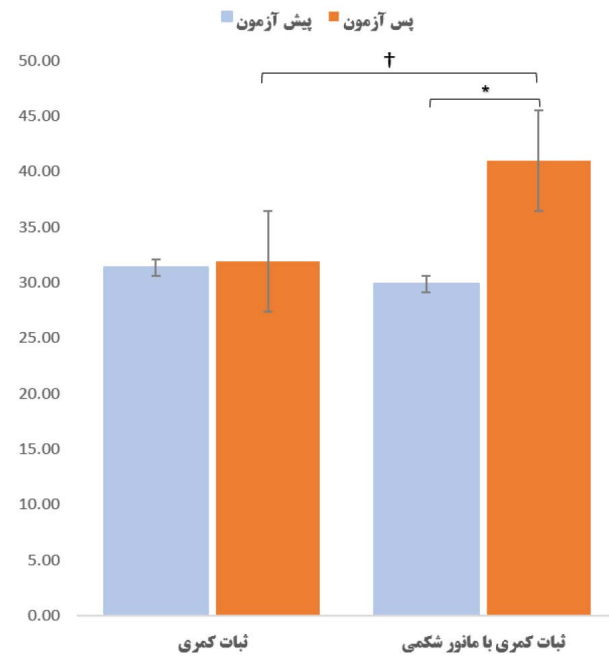
آزمون آنووا اندازه گیری مکرر	df	F	P-Value	اندازه اثر (η^2)
درون گروهی (زمان)				
چندمتغیری	۲	۴/۹۲۰	۰/۰۱	۰/۲۶۰
مولتی فیدوس موافق	۱	۹/۶۰	۰/۰۰۴	۰/۲۴
مولتی فیدوس مخالف	۱	۶/۰۳	۰/۰۲	۰/۱۷
بین گروهی (گروه)				
چندمتغیری	۲	۳/۳۹۳	۰/۰۴	۰/۱۹۵
مولتی فیدوس موافق	۱	۵/۲۳	۰/۰۳	۰/۱۵
مولتی فیدوس مخالف	۱	۵/۶۹	۰/۰۲	۰/۱۶
اثر تعاملی (گروه × زمان)				
چندمتغیری	۲	۳/۷۸	۰/۰۳	۰/۲۱
مولتی فیدوس موافق	۱	۷/۸۱	۰/۰۰۹	۰/۲۱
مولتی فیدوس مخالف	۱	۳/۱۶	۰/۰۸	۰/۱۰

تصویر ۴ و ۵ به ترتیب نشان دهنده نمودار تغییرات میانگین فعالیت الکترومایوگرافی عضلات مولتی فیدوس سمت مخالف و موافق است.



تصویر ۵. نمودار مقایسه میانگین فعالیت الکترومایوگرافی عضله مولتی فیدوس سمت موافق. * بیانگر تفاوت معنی دار درون گروهی بین مراحل پیش آزمون و پس آزمون ($P < 0/05$). † بیانگر تفاوت معنی دار بین گروهی در مرحله پس آزمون ($P < 0/05$).

در بررسی پارامترهای تنفسی FVC و FEV1 نیز از روش آماری اندازه گیری مکرر جهت مقایسه بین گروهی و درون گروهی استفاده شد که مطابق **جدول ۵** نتایج نشان می دهد تنها در مقایسه درون گروهی FEV1 بین پیش آزمون و پس آزمون تفاوت معنی دار وجود دارد ($P < 0/05$). مقدار اندازه اثر برای این متغیر در سطح بزرگ گزارش شد ($\eta^2 = 0/17$) که نشان دهنده تأثیر قابل توجه گذشت زمان بر بهبود این شاخص در هر دو گروه است. اما در مقایسه درون گروهی FVC تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($P > 0/05$). همچنین در مقایسه بین دو گروه با و بدون مانور شکمی نیز تفاوت ها در هیچ یک از دو متغیر تنفسی معنی دار نبود ($P > 0/05$).



تصویر ۴. نمودار مقایسه میانگین فعالیت الکترومایوگرافی عضله مولتی فیدوس سمت مخالف. * بیانگر تفاوت معنی دار درون گروهی بین مراحل پیش آزمون و پس آزمون ($P < 0/05$). † بیانگر تفاوت معنی دار بین گروهی در مرحله پس آزمون ($P < 0/05$).

جدول ۵. مقایسه درون گروهی، بین گروهی و اثر تعاملی پارامترهای اسپیرومتری

آزمون آنووا اندازه گیری مکرر	df	F	P-Value	اندازه اثر (η^2)
درون گروهی (زمان)				
FVC	۱	۲/۸۴	۰/۱۰	۰/۰۸
FEV1	۱	۶/۲۴	۰/۰۱	۰/۱۷
بین گروهی (گروه)				
FVC	۱	۱/۰۶	۰/۳۱	۰/۰۳
FEV1	۱	۰/۲۸	۰/۶۰	۰/۰۱
اثر تعامل (گروه × زمان)				
FVC	۱	۱/۰۸	۰/۳۱	۰/۰۴
FEV1	۱	۰/۲۳	۰/۶۳	۰/۰۱

۵. بحث

عصبی-عضلانی، افزایش هماهنگی بین عضلات تثبیت‌کننده و کاهش وابستگی به عضلات سطحی شود، پدیده‌ای که احتمالاً نقش مهمی در کاهش درد و بهبود عملکرد در بیماران CLBP دارد.

تفاوت معنی‌دار بین گروهی مشاهده شده در مطالعه حاضر، مزیت افزوده گنجاندن ADIM در پروتکل‌های تمرین ثبات کمری را برجسته می‌کند. ADIM فعال‌سازی انتخابی عضلات عمقی شکم و پاراسپینال را تسهیل می‌کند، که اغلب در افراد مبتلا به CLBP مختل می‌شود. ADIM با بهبود میانگین به‌کارگیری عضله مولتی‌فیدوس، ممکن است به رفع نقص در کنترل حرکتی و استقامت عضلانی که از ویژگی‌های CLBP هستند، کمک کند (۳۸).

جالب توجه است که عدم وجود تغییرات معنی‌دار در حداکثر دامنه EMG نشان می‌دهد که این مداخلات در درجه اول فعال‌سازی پایدار و متوسط عضله مولتی‌فیدوس را به جای حداکثر ظرفیت انقباضی آن افزایش می‌دهند. این یافته با نیازهای عملکردی پایداری ستون فقرات مطابقت دارد، که بیشتر به استقامت و فعال‌سازی هماهنگ تثبیت‌کننده‌های عمقی نسبت به تولید حداکثر متکی است (۳۹، ۴۰).

همچنین یافته‌های حاضر در خصوص فاکتورهای اسپرومتری (FVC, FEV1) نشان می‌دهد که تمرینات ثبات کمری، چه با و چه بدون مانورهای فروکشیدن شکمی (ADIM)، منجر به بهبود قابل توجه درون‌گروهی در FEV1 (حجم بازدمی پرفشار در یک ثانیه) شد، اما در FVC (ظرفیت حیاتی اجباری) چنین نبود. با این حال، در تجزیه و تحلیل بین‌گروهی، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه (با و بدون ADIM) برای FEV1 یا FVC وجود نداشت.

بررسی‌های سیستماتیک اخیر و کارآزمایی‌های تصادفی کنترل‌شده از این مفهوم پشتیبانی می‌کنند که تمرینات ثبات مرکزی و عضلات تنفسی می‌توانند عملکرد تنفسی را در افراد مبتلا به کمردرد بهبود بخشند. برای مثال، یک متآنالیز در سال ۲۰۲۴ نشان داد که تمرین عضلات تنفسی در جمعیت‌های مبتلا به کمردرد مزمن (CLBP) منجر به افزایش متوسط اما قابل توجه در FVC و FEV1 در مقایسه با گروه کنترل می‌شود، با این حال، این اثرات عموماً زمانی مشاهده شدند که مقاومت تنفسی یا تمرین تنفسی هدفمند گنجانده شده بود (۴۱).

با توجه به عدم مشاهده تفاوت معنی‌دار بین دو گروه، نمی‌توان ادعا کرد که افزودن مانور فروکشیدن شکمی اثر تنفسی برتری نسبت به تمرینات ثبات کمری بدون این مانور داشته باشد. به نظر می‌رسد اثر اصلی مداخله بر FEV1 ناشی از خود تمرینات ثبات کمری باشد و نه

مطالعه حاضر تأثیر تمرینات ثبات کمری، با و بدون ادغام مانور فروکشیدن شکمی (ADIM)، بر میانگین فعالیت الکترومایوگرافی (EMG) عضلات مولتی‌فیدوس در حین اکستنشن مفصل ران در افراد مبتلا به کمردرد مزمن (CLBP, Chronic Low Back Pain) را بررسی کرد. نتایج افزایش قابل توجهی در میانگین فعالیت EMG مولتی‌فیدوس در هر دو گروه مداخله نشان داد و بهبود بیشتری در گروهی که تمرینات ثبات کمری را با ADIM انجام می‌دادند، مشاهده شد. در مقابل، هیچ تغییر قابل توجهی در حداکثر دامنه EMG در داخل یا بین گروه‌ها مشاهده نشد.

این یافته‌ها با مجموعه‌ای از مقالات علمی که اهمیت فعال‌سازی عضلات عمقی تنه را در مدیریت CLBP برجسته می‌کنند، سازگار است. نتایج چندین مطالعه اخیر حاکی از اثربخشی مانور ADIM در ترکیب با برخی از تمرینات ثبات کمری است (۹، ۲۷).

تأثیر ADIM بر فعال‌سازی عضله مولتی‌فیدوس را می‌توان از منظر مکانیسم‌های عصبی-عضلانی و بیومکانیکی توضیح داد، این مانور به‌طور انتخابی عضله عرضی شکم (Tra, Transversus Abdominis) را هدف قرار می‌دهد، عضله‌ای که به‌عنوان مسئول مرکزی پایداری تنه عمل می‌کند و پیش از حرکت اندام فوقانی و تحتانی فعال می‌شود تا موقعیت ستون فقرات را تثبیت کند. این فعال‌سازی پیش‌درآمدی Tra که در افراد سالم دیده می‌شود، نشان‌دهنده نقش آن در کنترل عصبی-عضلانی سیستم است و با مولتی‌فیدوس در یک الگوی هم‌انقباضی طبیعی همکاری می‌کند.

مطالعات قبلی نشان داده‌اند که در بیماران با کمردرد مزمن، نقشه‌های حرکتی کورتیکال (Cortical Representations) عضلات Tra و مولتی‌فیدوس نسبت به افراد سالم تغییر یافته‌اند و این امر بازتاب‌دهنده اختلال در کنترل عصبی عضلانی است (۳۵). ADIM با فعال‌سازی هم‌زمان Tra و به‌دنبال آن مولتی‌فیدوس، می‌تواند به بازسازی یا بهبود هم‌افزایی (Synergistic recruitment) این عضلات کمک کند، که این بهبود الگوهای عصبی عضلانی می‌تواند کنترل حرکتی بهینه‌تر و در نتیجه ثبات بهتری برای مهره‌های کمری فراهم آورد (۳۶).

الگوی فعالیت هم‌زمان Tra و مولتی‌فیدوس که در پاسخ به ADIM مشاهده می‌شود، با نتایج مطالعات الکترومایوگرافیک نیز مطابقت دارد؛ به‌طوری که فعالیت بیشتر Tra در تمرینات تثبیت‌کننده همراه با بارگذاری عمودی، موجب افزایش هم‌زمان فعالیت مولتی‌فیدوس می‌شود (۳۷). این افزایش هم‌زمان فعالیت عضلات عمیق می‌تواند موجب بهبود کنترل

مقاومت تنفسی اضافه شده یا تمرینات تنفسی هدفمند، ممکن است قابل توجه نباشد. نتایج مطالعه‌ای که به‌طور خاص تأثیر مانور ADIM را با مقاومت تنفسی روی فاکتورهای عملکرد تنفسی بررسی شده نشان داده است که اضافه کردن مقاومت تنفسی به ADIM (که درگیری دیافراگم و عضلات عمقی شکم را تشدید می‌کند) منجر به بهبود بیشتر در FEV1، FVC و عملکرد دیافراگم در مقایسه با تمرینات ADIM به‌تنهایی می‌شود. با این حال، هنگامی که فقط ADIM بدون مقاومت تنفسی اضافه شد، همانطور که در مطالعه حاضر منعکس شده و توسط سایر آزمایش‌های اخیر تأیید شده است، به‌نظر می‌رسد که افزایش عملکرد ریوی محدود است (۴۶). این یافته‌ها نیز با این دیدگاه همسو است که مداخلات چندوجهی (ترکیب ثبات مرکزی، مقاومت تنفسی و بازآموزی تنفس) برای بهبود عملکرد کلی ریوی مؤثرتر هستند.

۱.۵. محدودیت‌های پژوهش

یکی از محدودیت‌های این پژوهش، حجم نمونه نسبتاً محدود بود که می‌تواند توان آماری مطالعه را برای شناسایی تفاوت‌های ظریف‌تر کاهش دهد و تعمیم‌پذیری نتایج به کل جمعیت مبتلایان به کمردرد مزمن را با احتیاط همراه سازد. علاوه بر این، فعالیت عضله مولتی‌فیدوس با استفاده از الکترومایوگرافی سطحی ثبت شد که به دلیل احتمال کراس‌تاک از عضلات مجاور و عدم تفکیک دقیق بین الیاف عمقی و سطحی این عضله، می‌تواند دقت اندازه‌گیری را تحت تأثیر قرار دهد. این در حالی است که شواهد نشان می‌دهند الیاف عمقی این عضله نقش متفاوتی در کنترل سگمنتال ستون فقرات ایفا می‌کنند (۴۷). در نهایت، این مطالعه فاقد پیگیری بلندمدت بود و اثرات تمرینات تنها بلافاصله پس از پایان دوره ۸ هفته‌ای ارزیابی شدند؛ بنابراین پایداری تغییرات مشاهده‌شده در فعالیت عضلانی و شاخص‌های تنفسی در بازه‌های زمانی طولانی‌تر مشخص نیست.

۲.۵. نتیجه‌گیری

به‌طور خلاصه، یافته‌های فعلی که توسط مقالات اخیر پشتیبانی می‌شوند، نشان می‌دهند که تمرین ثبات کمر با ادغام مانور کشش شکم به داخل، در افزایش میانگین فعالیت EMG عضله مولتی‌فیدوس در طول اکستنشن ران در افراد مبتلا به کمردرد مزمن، در مقایسه با تمرین ثبات بدون ADIM، مؤثرتر است. این شواهد از ادغام ADIM در پروتکل‌های ثبات کمری در توانبخشی افراد با کمردرد

لزوماً به‌کارگیری مانور فروکشیدن شکمی، بهبود در FEV1 با تمرینات ثبات کمری ممکن است به افزایش فعال‌سازی عضلات عمقی مرکزی، به‌ویژه عضله عرضی شکم و دیافراگم، که نقش دوگانه‌ای در ثبات ستون فقرات و تنفس دارند، نسبت داده شود (۴۲). تمرینات ثبات کمری فارغ از اینکه با یا بدون مانور فروکشیدن شکمی اجرا شود می‌تواند باعث افزایش هماهنگی این عضلات و بهبود شیوه انقباض و رهاسازی آن‌ها در طول چرخه تنفس شود و بدین ترتیب توانایی فرد در اجرای یک بازدم قوی و سریع افزایش می‌یابد. برخی مطالعات نشان داده‌اند تمرینات ثبات مرکزی اثرات مثبتی بر FEV1 دارند و این تقویت ناشی از بهبود عملکرد عضلات تنفسی و یکپارچگی عصبی-عضلانی در طول بازدم است (۴۳). علاوه بر این، تقویت عضلات مرکزی ناشی از انواع تمرینات ثبات کمری می‌تواند فشار داخل شکمی (IAP) و کنترل دیافراگم را تا حدی بهبود بخشد (۴۴). افزایش مهارت در تنظیم فشار داخل شکمی باعث می‌شود تا دیافراگم بتواند با کارایی بیشتری عمل بازدم را انجام دهد، به‌ویژه در مراحل ابتدایی بازدم پرفشار که به‌شدت به کنترل فشار و انقباض هماهنگ عضلات وابسته است. این سازوکار تا حدی می‌تواند به افزایش FEV1 بیانجامد.

با این حال FVC بیش از آن‌که تحت تأثیر کنترل عضلات مرکزی باشد، به انطباق و قابلیت ارتجاعی ریه و دیواره قفسه سینه وابسته است. ظرفیت حیاتی اجباری نشان‌دهنده کل مقدار هوایی است که پس از یک دم عمیق می‌تواند به‌صورت بازدمی کامل خارج شود و این پارامتر عمدتاً با خواص ساختاری بافت ریه و میزان تحرک قفسه سینه مرتبط است. مطالعات فیزیولوژیک نشان داده‌اند که تحرک دیواره قفسه سینه و انعطاف‌پذیری آن ارتباط قابل توجهی با FVC دارد و کاهش تحرک این ساختارها می‌تواند موجب محدودیت در ظرفیت حیاتی شود، حتی زمانی که عضلات تنفسی قوی باشند (۴۵).

به‌همین دلیل، اگرچه تمرینات ثبات کمری می‌توانند از طریق بهبود هماهنگی عضلات تنه و تنفس موجب افزایش FEV1 شوند، این تمرینات به‌تنهایی معمولاً برای تغییر ظرفیت کلی ریه‌ها (FVC) کافی نیستند. به عبارت دیگر، ترکیب تمرینات تنفسی هدفمند با برنامه‌های ثبات مرکزی می‌تواند برای ایجاد تغییرات معنی‌دار در ظرفیت حیاتی ریه مؤثرتر باشد، زیرا چنین مداخلاتی به‌طور مستقیم بر انعطاف‌پذیری قفسه سینه و قدرت عضلات تنفسی اثر می‌گذارند، نه صرفاً از طریق بهبود کنترل عضلانی تنه. عدم وجود تفاوت‌های بین‌گروهی نشان می‌دهد که درحالی که ADIM برای درگیر کردن عضلات عمقی شکمی مؤثر است، سهم خاص آن در پیامدهای تنفسی، در غیاب

References

- Garcia JBS. Prevalence of Low Back Pain in Latin America: A Systematic Literature Review. *Pain Physician*. 2014;5;17(5;9):379-91. <https://doi.org/10.36076/ppj.2014/17/379>.
- Mattiuzzi C, Lippi G, Bovo C. Current epidemiology of low back pain. *J Hospital Manag Health Policy*. 2020;4:15-. <https://doi.org/10.21037/jhmhp-20-17>.
- Hartvigsen J, Hancock MJ, Kongsted A, Louw Q, Ferreira ML, Genevay S, et al. What low back pain is and why we need to pay attention. *Lancet*. 2018;391(10137):2356-67. [PubMed ID:29573870]. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30480-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30480-X).
- Calvo-Lobo C, Almazan-Polo J, Becerro-de-Bengoa-Vallejo R, Losa-Iglesias ME, Palomo-Lopez P, Rodriguez-Sanz D, et al. Ultrasonography comparison of diaphragm thickness and excursion between athletes with and without lumbopelvic pain. *Phys Ther Sport*. 2019;37:128-37. [PubMed ID:30954705]. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.03.015>.
- Beeckmans N, Vermeersch A, Lysens R, Van Wambeke P, Goossens N, Thys T, et al. The presence of respiratory disorders in individuals with low back pain: A systematic review. *Man Ther*. 2016;26:77-86. [PubMed ID:27501326]. <https://doi.org/10.1016/j.math.2016.07.011>.
- Uddin B, Vaish H. Evaluation of pulmonary function in patients of non-specific low back pain. *Revista Pesquisa em Fisioterapia*. 2023;13. <https://doi.org/10.17267/2238-2704rpf.2023.e5364>.
- Mohan V, Paungmali A, Sitilerpisan P, Hashim UF, Mazlan MB, Nasuha TN. Respiratory characteristics of individuals with non-specific low back pain: A cross-sectional study. *Nurs Health Sci*. 2018;20(2):224-30. [PubMed ID:29421851]. <https://doi.org/10.1111/nhs.12406>.
- MacDonald DA, Moseley GL, Hodges PW. The lumbar multifidus: does the evidence support clinical beliefs? *Man Ther*. 2006;11(4):254-63. [PubMed ID:16716640]. <https://doi.org/10.1016/j.math.2006.02.004>.
- Soylu C, Atalay ES, Turker D, Sahan TY, Un Yildirim N. Impact of the Abdominal Drawing-In Maneuver on Spinal Extensor Muscle Activity: A Randomized Controlled Double-Blind Trial Involving Individuals with Non-Specific Low Back Pain. *Int J Environ Res Public Health*. 2024;21(12). [PubMed ID:39767514]. [PubMed Central ID:PMC11675683]. <https://doi.org/10.3390/ijerph21121675>.
- MacDonald D, Moseley LG, Hodges PW. Why do some patients keep hurting their back? Evidence of ongoing back muscle dysfunction during remission from recurrent back pain. *Pain*. 2009;142(3):183-8. [PubMed ID:19186001]. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2008.12.002>.
- Danneels L. Structural Changes of Lumbar Muscles in Non-Specific Low Back Pain. *Pain Physician*. 2016;7;19(7;9):E985-E1000. <https://doi.org/10.36076/ppj/2016.19.E985>.
- Safavi Farokhi Z, Aminian Far A, Ziari A, Rahmati M, Khorasani S. Effects of mindfulness based cognitive therapy on disability, thickness of the lumbar multifidus muscle, fear avoidance beliefs and metacognitive beliefs in the subjects with non-specific low back pain. *Koomesh*. 2020;22(3):483-91. Persian. <https://doi.org/10.29252/koomesh.22.3.483>.
- Li C, Zhang P, Xu M, Li L, Ding J, Liu X, et al. Respiratory training improves morphological changes of the multifidus muscle in patients with chronic nonspecific lower back pain assessed by musculoskeletal ultrasound. *Chin J Tissue Engin Res*. 2023;27(9):1417.
- Kolar P, Neuwirth J, Sanda J, Suchanek V, Svata Z, Volejnik J, et al. Analysis of diaphragm movement during tidal

مزمین، با هدف بازیابی عملکرد عضلات عمقی تنه و افزایش ثبات ستون فقرات، پشتیبانی می‌کند.

مشارکت نویسندگان:

مفهوم و طراحی مطالعه: ب. ش. غ. غ.؛ گردآوری داده‌ها: ب. ش. ح. الف. و غ. غ.؛ تحلیل و تفسیر داده‌ها: ب. ش. ح. الف. و ح. ع.؛ نگارش پیش‌نویس مقاله: ب. ش. غ. غ.؛ بازنگری انتقادی مقاله از نظر محتوای علمی مهم: ب. ش. غ. غ. و ح. ع.؛ تحلیل آماری: ب. ش. ح. الف. و ح. ع.؛ نظارت بر مطالعه: غ. غ.

تضاد منافع:

نویسندگان هیچگونه تضاد منافی را اعلام نکرده‌اند.

بازیابی داده‌ها:

مجموعه داده تولیدشده و تحلیل‌شده در مطالعه حاضر، در صورت درخواست معقول، از نویسنده مسئول قابل دریافت است. داده‌ها به دلیل مقررات سازمانی و شرایط تأییدیه اخلاق، که اشتراک‌گذاری آزاد اطلاعات شرکت‌کنندگان را محدود می‌کند، به صورت عمومی در دسترس نیستند.

کد اخلاق:

IR.UI.REC.1402.143.

کد کارآزمایی بالینی:

IRCT20250921067315N1.

حمایت مالی/معنوی:

استفاده از تجهیزات و ابزارهای آزمایشگاهی دانشگاه یزد، از جمله دستگاه‌های الکترومیوگرافی و اسپیرومتری، در فرایند جمع‌آوری داده‌ها فراهم شد.

رضایت آگاهانه:

فرم رضایت‌نامه آگاهانه برای شرکت داوطلبانه در پژوهش از شرکت‌کنندگان اخذ شد.

cle, fear avoidance beliefs and metacognitive beliefs in the subjects with non-specific low back pain. *Koomesh*. 2020;22(3):483-91. Persian. <https://doi.org/10.29252/koomesh.22.3.483>.

13. Li C, Zhang P, Xu M, Li L, Ding J, Liu X, et al. Respiratory training improves morphological changes of the multifidus muscle in patients with chronic nonspecific lower back pain assessed by musculoskeletal ultrasound. *Chin J Tissue Engin Res*. 2023;27(9):1417.

14. Kolar P, Neuwirth J, Sanda J, Suchanek V, Svata Z, Volejnik J, et al. Analysis of diaphragm movement during tidal

- breathing and during its activation while breath holding using MRI synchronized with spirometry. *Physiol Res*. 2009;**58**(3):383–92. [PubMed ID:18637703]. <https://doi.org/10.33549/physiolres.931376>.
15. Kolar P, Sulc J, Kyncl M, Sanda J, Cakrt O, Anel R, et al. Postural function of the diaphragm in persons with and without chronic low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2012;**42**(4):352–62. [PubMed ID:22236541]. <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.3830>.
16. Baruaa A, Pattnaik M, Mohanty P. Comparison of Lung Function of normal and persons with chronic low back pain and its relation with duration and severity of Chronic Low Back Pain. *J Novel Physiotherapy Rehabil*. 2017;**1**(3):137–43. <https://doi.org/10.29328/journal.jnpr.1001015>.
17. Upadhyay S, Patel K. Prevalence of Respiratory Dysfunction in Patients with Chronic Low Back Pain and Influence of Musculoskeletal Parameters: A Cross-sectional Observational Study. *Indian J Med Specialties*. 2025;**16**(2):114–9. https://doi.org/10.4103/injms.injms_79_24.
18. Finta R. Effects of Diaphragm Strengthening on Severity of Pain and Functional Parameters in Patients with Chronic Nonspecific Low Back Pain [thesis]: University of Szeged (Hungary); 2019.
19. Rajabi R, Karimi N, Jahandideh A. [Effects of consecutive supervised core stability training on pain and disability in women with nonspecific chronic low back pain]. *Koomesh*. 2011;**12**(12):244–52. Persian.
20. Smrcina Z, Woelfel S, Burcal C. A Systematic Review of the Effectiveness of Core Stability Exercises in Patients with Non-Specific Low Back Pain. *Int J Sports Phys Ther*. 2022;**17**(5):766–74. [PubMed ID:35949382]. [PubMed Central ID:PMC9340836]. <https://doi.org/10.26603/001c.37251>.
21. Youn H-J, Kim J-S. The effect of abdominal drawing-in maneuver and pelvic floor muscle contraction in individuals with and without low back pain. *J Korean Soc Physical Med*. 2016;**11**(1):53–60. <https://doi.org/10.13066/kspm.2016.11.1.53>.
22. Mohammed AT, Silitertpisan P, Sriburee S, Yang C-HR, Paungmali A. Lateral Abdominal Muscles Thickness in Sitting and Standing Positions During Abdominal Drawing-In Maneuver and Abdominal Bracing Among Chronic Low Back Pain Individuals. *Natural Life Sci Commun*. 2024;**23**(4). <https://doi.org/10.12982/nlsc.2024.054>.
23. Saiklang P, Puntumetakul R, Swangnetr Neubert M, Boucaut R. The immediate effect of the abdominal drawing-in maneuver technique on stature change in seated sedentary workers with chronic low back pain. *Ergonomics*. 2021;**64**(1):55–68. [PubMed ID:32799753]. <https://doi.org/10.1080/00140139.2020.1810326>.
24. Saiklang P, Puntumetakul R, Chatprem T. The Effect of Core Stabilization Exercise with the Abdominal Drawing-in Maneuver Technique on Stature Change during Prolonged Sitting in Sedentary Workers with Chronic Low Back Pain. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;**19**(3). [PubMed ID:35162924]. [PubMed Central ID:PMC8835683]. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031904>.
25. de Oliveira FCL, Lariviere C, Dallaire M, Mecheri H, Ngomo S, da Silva RA. Immediate Effect of Lumbosacral Orthosis and Abdominal Drawing-In Maneuver on Postural Control in Adults With Nonspecific Chronic Low Back Pain. *J Manipulative Physiol Ther*. 2022;**45**(6):425–35. [PubMed ID:36400598]. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2022.09.005>.
26. Jitendra FL, Anandh S. Effectiveness of Abdominal Drawing in Maneuver with Lumbar Pelvic Exercises on Swiss Ball for Spinal Flexibility Among Patients with Low Back Pain. *Indian J Forensic Med Toxicol*. 2020;**14**(3).
27. Jeong S, Chung Y. Effect of One Leg Bridge Exercise with Abdominal Pressure Control on the Trunk Muscle Activation in Healthy Adults. *Physical Therapy Rehabilitation Sci*. 2022;**11**(2):253–8. <https://doi.org/10.14474/ptrs.2022.11.2.253>.
28. Hwang YI, Park DJ. Comparison of lumbar multifidus thickness and perceived exertion during graded superman exercises with or without an abdominal drawing-in maneuver in young adults. *J Exerc Rehabil*. 2018;**14**(4):628–32. [PubMed ID:30276184]. [PubMed Central ID:PMC6165989]. <https://doi.org/10.12965/jer.1836296.148>.
29. Patel L, Subramanian SS, Cherian SB, Oraon AK, Behera MK. Effect of 4 weeks core stabilization exercise on muscle activity, range of motion and function in Lumbar Spondylosis. *Fizjoterapia Polska*. 2024;**24**(5):445–50. <https://doi.org/10.56984/8zg020cpqg4>.
30. Ma K, Zhuang ZG, Wang L, Liu XG, Lu LJ, Yang XQ, et al. The Chinese Association for the Study of Pain (CASP): Consensus on the Assessment and Management of Chronic Nonspecific Low Back Pain. *Pain Res Manag*. 2019;**2019**:8957847. [PubMed ID:31511784]. [PubMed Central ID:PMC6714323]. <https://doi.org/10.1155/2019/8957847>.
31. Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol*. 2000;**10**(5):361–74. [PubMed ID:11018445]. [https://doi.org/10.1016/s1050-6411\(00\)00027-4](https://doi.org/10.1016/s1050-6411(00)00027-4).
32. Mohamed RR, Abdel-Aziem AA, Mohammed HY, Diab RH. Chronic low back pain changes the latissimus dorsi and gluteus maximus muscles activation pattern and upward scapular rotation: A cross-sectional study. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2022;**35**(1):119–27. [PubMed ID:34151823]. <https://doi.org/10.3233/BMR-200253>.
33. Kim JW, Kang MH, Oh JS. Patients with low back pain demonstrate increased activity of the posterior oblique sling muscle during prone hip extension. *PM R*. 2014;**6**(5):400–5. [PubMed ID:24384361]. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2013.12.006>.
34. Mueller J, Niederer D. Dose-response-relationship of stabilisation exercises in patients with chronic non-specific low back pain: a systematic review with meta-regression. *Sci Rep*. 2020;**10**(1):16921. [PubMed ID:33037280]. [PubMed Central ID:PMC7547082]. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73954-9>.
35. Li X, Liu H, Ge L, Yan Y, Lo WLA, Li L, et al. Cortical Represent-

- tations of Transversus Abdominis and Multifidus Muscles Were Discrete in Patients with Chronic Low Back Pain: Evidence Elicited by TMS. *Neural Plast.* 2021;**2021**:6666024. [PubMed ID:33679969]. [PubMed Central ID:PMC7906820]. <https://doi.org/10.1155/2021/6666024>.
36. Lynders C. The Critical Role of Development of the Transversus Abdominis in the Prevention and Treatment of Low Back Pain. *HSS J.* 2019;**15**(3):214–20. [PubMed ID:31624475]. [PubMed Central ID:PMC6778169]. <https://doi.org/10.1007/s11420-019-09717-8>.
37. Owen PJ, Rantalainen T, Scheuring RA, Belavy DL. Axial loading and posture cues in contraction of transversus abdominis and multifidus with exercise. *Sci Rep.* 2020;**10**(1):11218. [PubMed ID:32665555]. [PubMed Central ID:PMC7360744]. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67509-1>.
38. Freeman MD, Woodham MA, Woodham AW. The role of the lumbar multifidus in chronic low back pain: a review. *PM R.* 2010;**2**(2):142–6; quiz 1 p following 67. [PubMed ID:20193941]. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2009.11.006>.
39. Abdelraouf OR, Abdel-Aziem AA. The relationship between core endurance and back dysfunction in collegiate male athletes with and without nonspecific low back pain. *Int J Sports Physical Therapy.* 2016;**11**(3):337.
40. Saeterbakken AH. Muscle Activity, and the Association between Core Strength, Core Endurance and Core Stability. *J Novel Physiotherapy Physical Rehabil.* 2015:028–34. <https://doi.org/10.17352/2455-5487.000022>.
41. Fabero-Garrido R, Rodriguez-Marcos I, Del Corral T, Plaza-Manzano G, Lopez-de-Uralde-Villanueva I. Effects of Respiratory Muscle Training on Functional Ability, Pain-Related Outcomes, and Respiratory Function in Individuals with Low Back Pain: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med.* 2024;**13**(11). [PubMed ID:38892764]. [PubMed Central ID:PMC1172635]. <https://doi.org/10.3390/jcm13113053>.
42. Stanković A. The significance of exercises in the treatment of chronic low back pain: Literature review. *Galenika Med J.* 2024;**3**(9):65–71. <https://doi.org/10.5937/GalenikaMedJ.2024.3.65>.
43. Mustafaoglu R, Demir R, Demirci AC, Yigit Z. Effects of core stabilization exercises on pulmonary function, respiratory muscle strength, and functional capacity in adolescents with substance use disorder: Randomized controlled trial. *Pediatr Pulmonol.* 2019;**54**(7):1002–11. [PubMed ID:31026384]. <https://doi.org/10.1002/ppul.24330>.
44. Seo H, Jeong G, Chun B. Impact of Diaphragm-Strengthening Core Training on Postural Stability in High-Intensity Squats. *Life (Basel).* 2024;**14**(12). [PubMed ID:39768320]. [PubMed Central ID:PMC11678388]. <https://doi.org/10.3390/life14121612>.
45. Kaneko H, Suzuki A. Effect of chest and abdominal wall mobility and respiratory muscle strength on forced vital capacity in older adults. *Respir Physiol Neurobiol.* 2017;**246**:47–52. [PubMed ID:28797921]. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2017.08.004>.
46. Oh YJ, Park SH, Lee MM. Comparison of Effects of Abdominal Draw-In Lumbar Stabilization Exercises with and without Respiratory Resistance on Women with Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *Med Sci Monit.* 2020;**26**:e921295. [PubMed ID:32182226]. [PubMed Central ID:PMC7100066]. <https://doi.org/10.12659/MSM.921295>.
47. Moseley GL, Hodges PW, Gandevia SC. Deep and superficial fibers of the lumbar multifidus muscle are differentially active during voluntary arm movements. *Spine (Phila Pa 1976).* 2002;**27**(2):E29–36. [PubMed ID:11805677]. <https://doi.org/10.1097/00007632-200201150-00013>.

Research Article

Comparison of Lumbar Stabilization Exercises with and Without the Abdominal Drawing-in Maneuver on Multifidus Muscle Electromyographic Activity and Respiratory Parameters in Patients with Chronic Low Back Pain

Behnam Sharifi Ardani ¹, Gholamali Ghasemi ^{2,*}, Hamid Abbasi ³, Hamed Esmaeili ²

¹Faculty of Physical Education and Sport Science, University of Isfahan, Isfahan, Iran

²Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran

³Department of Sports Sciences, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Yazd, Yazd, Iran

*Corresponding Author: Faculty of Physical Education and Sport Science, University of Isfahan, Isfahan, Iran. Email: gh.ghasemi@spr.ui.ac.ir

Received 18/01/2025; Accepted 06/04/2025

Abstract

Background: The function of spinal stabilizer muscles, particularly the multifidus, plays a critical role in the onset and management of chronic low back pain. The abdominal drawing-in maneuver (ADIM) is one of the effective techniques for activating core muscles. However, the integration of this maneuver into conventional lumbar stabilization exercises has been less frequently investigated. Moreover, given the alterations in breathing patterns among individuals with low back pain, these exercises may also influence spirometry indices.

Objectives: This study aimed to evaluate the effects of lumbar stabilization exercises performed with and without the abdominal drawing-in maneuver on the peak and mean electromyographic activity of the multifidus muscle, as well as on spirometric indices (FVC and FEV1) in individuals with chronic low back pain.

Methods: Thirty-one participants (16 men and 15 women) with chronic low back pain were assigned to two groups performing lumbar stabilization exercises with or without ADIM over an eight-week period. Peak and mean electromyographic activity of the right and left multifidus muscles during dominant leg extension was recorded. Additionally, FVC and FEV1 parameters were measured using spirometry before and after the intervention.

Results: Repeated measures analysis showed that, within groups, lumbar stabilization exercises significantly improved mean multifidus electromyographic activity and the respiratory parameter FEV1 ($P \leq 0.05$). Between-group comparisons further revealed that lumbar stabilization exercises combined with ADIM produced significantly greater improvements in mean multifidus electromyographic activity compared to stabilization exercises without ADIM ($P \leq 0.05$).

Conclusions: These findings support the incorporation of ADIM into lumbar stabilization exercise protocols for the rehabilitation of individuals with chronic low back pain, with the goal of restoring deep trunk muscle function and enhancing spinal stability.

Keyword(s): Multifidus, ADIM, Low Back Pain, EMG